

实用 工程数据库技术

● CAD/CAM 工程师必读

赵致格 殷人昆 编著

机械工业出版社



实用工程数据库技术

——CAD/CAM 工程师必读

赵致格 殷人昆 编著



机械工业出版社

本书是献给从事 CAD/CAM 的工程师的必读系列书之一。

本书系统地介绍工程数据库的实现技术,包括工程数据库的基本概念、组织结构、数据模型、版本概念、面向对象的概念,面向对象数据库管理系统的概念和实现技术,初始图形交换标准 IGES,国际产品模型数据交换标准 STEP 的原理和实现技术,工程数据库设计方法,多媒体信息管理系统,同时简要介绍几个商品化的面向对象数据库管理系统的功能与特点,以及 Auto CAD 扩展数据库 ASE,开放数据库互连 ODBC 技术。此外,还以自主开发的土建工程数据库为例,说明工程数据库的设计过程。

本书可以作为高等院校教材,也可作为从事 CAD/CAM 的工程技术人员、管理人员的自学参考书和培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用工程数据库技术: CAD/CAM 工程师必读/赵致格,
殷人昆编著. —北京: 机械工业出版社, 1997
ISBN 7-111-05331-1

I. 实… II. ①赵… ②殷… III. 工程数据库-数据库
管理系统 IV. TP392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 14360 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 王 虹 版式设计: 王 颖 责任校对: 姚培新
封面设计: 姚 毅 责任印制: 王国光
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·14.75 印张·353 千字
0 001—2 500 册
定价: 25.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

序 言

自 60 年代以来,数据管理技术已从文件管理系统发展到层次、网状和关系数据库管理系统。80 年代以来,数据管理技术的发展又进入新一代技术领域,除了传统的数据库功能以外,它还要支持许多工程对象和工程设计过程,其中包括:

支持核心的面向对象的数据模型。

支持复杂的数据类型,如图形图象数据、超文本数据、时变数据、版本数据、多媒体数据、设计规则等。

支持 CAD/CAM 等工程设计的长事务、合作事务。

支持动态地定义和修改数据库模式。

支持版本管理机制。

支持分布式的异构多数据库体系结构。

当前,传统的层次、网状和关系数据库管理系统已不能满足这些应用问题提出的要求。新一代数据库系统应该是开放的、面向 CAD/CAM 应用领域的、智能化的、具有网络支持的多数据库系统。它应该提供各种独立开发的数据库系统上建立统一的用户视图,使用统一的数据库语言。用统一的产品模型数据交换标准,实现多种 CAD/CAM 应用软件之间的数据集成和数据共享,这是当今计算机应用领域正在研究的主要课题之一。

随着 CAD/CAM 技术的飞速发展,工程设计数据的集成和交换问题急需解决。近十几年来,工程数据库管理系统的研究随着面向对象技术的发展,逐步走向成熟,得到越来越广泛地应用。但是,我国有系统地介绍工程数据库技术的书籍尚甚少,这与当今 CAD/CAM 技术的飞速发展和广泛应用不相适应。实用工程数据库技术——CAD/CAM 工程师必读一书的作者,在参阅了大量的最新文献和书籍的基础上,组织了这本书的材料,作为工程技术领域专业人员的参考或培训教材、高等院校学生的教材。使从事 CAD/CAM 技术研究与应用的工程师和学者掌握工程数据库的基本原理,为今后的工作打下基础。希望本书的出版对我国的工程数据库技术的研究及教学起到积极的作用。

1996 年 6 月
写于清华大学

郑人杰

前 言

为了配合我国工业设计自动化的需要、甩掉绘图板,大力发展 CAD/CAM 技术,为了给从事 CAD/CAM 的工程技术人员、管理人员提供系统的学习参考书,机械工业出版社组织了 CAD/CAM 工程师必读系列书的出版。

该系列书由清华大学计算机软件专家郑人杰教授等人策划,由清华大学和北京航空航天大学等一些副教授编写。该系列书主要包括:实用工程数据库技术、人一机交互绘图、计算机图象综合技术。

随着 CAD/CAM 技术及计算机集成制造系统 (CIMS) 在机械、电子、土木、化工、轻纺、航空、航天等领域的广泛应用,工程设计和制造中的数据管理逐步由数据库管理系统 (DBMS) 替代了原来的文件管理系统。工程应用领域中,由于工程活动的多变性,设计过程的反复试探性,要求数据库管理系统支持丰富的语义和复杂的数据类型,如图形、图象、文本、声音、规则和过程,以及各种信息的多版本化,所以传统的数据库管理系统已不能满足要求。而以工程数据库为核心,以网络为支撑,用现代化计算机接口的方法,把 CAD/CAM 应用软件连成一个有机的整体,实现资源和数据共享,是目前 CAD/CAM 及 CIMS 领域热门的研究内容。近年来,几乎所有的 CAD/CAM 软件都增加了数据库管理的功能。目前国内有系统地介绍工程数据库技术的书藉尚不多见。实用工程数据库技术——CAD/CAM 工程师必读一书弥补了这个不足。

全书共分 8 章。第 1 章说明工程数据库的重要性,不同应用系统实现数据集成的方法。第 2 章介绍工程数据库的基本模块功能和组织结构,AutoCAD 扩展数据库 ASE,以及开放数据库 ODBC 技术。第 3 章介绍传统的数据库(层次、网状和关系)技术。第 4 章介绍典型的是近年来在工程数据管理领域使用的典型的数据模型,以及版本模型和版本的存储。第 5 章介绍面向对象数据库管理系统的实现技术并介绍两个面向对象数据库管理系统的功能和特点。第 6 章是工程数据库的设计方法和应用技术。第 7 章说明产品数据交换的实现策略和技术。第 8 章介绍多媒体信息系统开发技术。每章后面都附有相应的练习题。本书的附录是 Windows 下的 ODBC 例行样板程序。

本书是作者多年从事 CAD/CAM 和工程数据库系统研究的成果。在本书的编写过程中,作者还参阅了大量国内外最新文献。

全书由清华大学计算机系 CAD 中心的赵致格统编。殷人昆编写第 8 章,赵荣亮编写第 7 章的一部分,其余章节都由赵致格编写。

在成书过程中,得到过郑人杰教授、唐泽圣教授、孙家广教授的支持;徐玉华、杨微帮助绘图;陈康甫、雍俊海、余虎等帮助调试程序;宋杰等帮助录入文稿。在此一并表示感谢!

1996 年 6 月

作者

目 录

序言

前言

第 1 章 工程数据库的重要性	1	2.5.3 开发全新的工程数据库管理 系统	29
1.1 数据库发展的历史及现状	1	2.6 AutoCAD 数据库	30
1.1.1 数据库的发展及应用	1	2.6.1 ASE 功能概述	30
1.1.2 工程/科学领域数据处理 的发展	4	2.6.2 AutoCAD 与外部数据库	31
1.2 计算机集成化	5	2.6.3 ASE 用户命令集	32
1.2.1 在 CAX 中对 CIM 的要求	5	2.6.4 ASI 程序界面	33
1.2.2 计算机集成化的方法	6	2.6.5 AutoCAD 数据库驱动器	34
1.2.3 建立以数据库为核心的集成系统	8	2.7 开放数据库互连 ODBC	35
练习题	9	2.7.1 ODBC 简介	35
第 2 章 工程数据库概述	10	2.7.2 ODBC 的结构	35
2.1 工程数据库	10	2.7.3 ODBC 工作原理	36
2.1.1 问题的提出	10	练习题	38
2.1.2 工程数据库与事务管理数据库 的差别	11	第 3 章 数据库技术	39
2.2 工程数据库研究现状	11	3.1 实例说明	39
2.2.1 工程数据库管理系统的 功能要求	12	3.2 层次数据库模型	40
2.2.2 几个典型的工程数据库 管理系统	12	3.3 网状数据库模型	43
2.3 工程数据库系统的结构	15	3.4 关系数据库模型	46
2.3.1 数据库系统的三级模式结构	15	3.4.1 数据的组织	46
2.3.2 CAD/CAM 系统的多级数据库 结构	15	3.4.2 数据库语言	51
2.3.3 数据库管理系统的功能划分	17	3.5 数据库控制和保护	54
2.3.4 应用程序访问工程数据库 的过程	23	3.5.1 数据库的完整性	54
2.4 系统组织和环境	24	3.5.2 并发控制	56
2.4.1 分部的方式	24	3.5.3 数据库恢复	61
2.4.2 硬件和操作系统	26	3.5.4 事务管理	65
2.5 工程数据库管理系统的实现途径	27	3.6 数据库服务程序	67
2.5.1 开发专用的工程数据库 管理系统	27	练习题	68
2.5.2 扩展商品化的 DBMS 适合 工程应用	28	第 4 章 工程数据库模型 和版本管理	69
		4.1 工程设计数据模型	69
		4.2 语义数据模型	69
		4.3 实体-联系数据模型 (E-R)	71
		4.4 扩展关系模型	74
		4.4.1 XSQL 扩展关系模型	74
		4.4.2 NF ² 关系数据模型	77

4.5 函数数据模型	81	5.4.6 对象的存储和管理	147
4.5.1 函数和对象	82	5.4.7 面向对象数据库的实现方法	148
4.5.2 导出数据和导出函数	83	5.4.8 有待研究的问题	150
4.5.3 数据操纵	85	5.5 几个面向对象的数据库管理系统	150
4.5.4 数据库系统的组织	86	5.5.1 ORION/ITASCA	151
4.6 语义关联模型 SAM*	88	5.5.2 Object Store	157
4.6.1 概念和关联	88	练习题	162
4.6.2 用关联类型描述数据库	96	第6章 工程数据库设计	163
4.6.3 面向对象的语义关联 模型 OSAM*	97	6.1 工程数据库的设计过程	163
4.7 版本和版本管理	97	6.2 工程数据库模式定义原则	165
4.7.1 版本概念	97	6.2.1 对象类型和联系类型	165
4.7.2 设计对象和版本	99	6.2.2 设计对象及其相互关联	167
4.7.3 版本管理模型	100	6.2.3 版本设计	170
4.7.4 版本层次和版本簇	102	6.3 数据库对象的归档	171
4.7.5 版本的引用和配置	104	6.3.1 归档技术的一般要求	172
4.7.6 改变传播和通知	106	6.3.2 归档对象	172
4.7.7 三级库管理和版本状态	108	6.3.3 版本的归档	173
4.7.8 版本的操作与存储	109	6.3.4 配置的归档	174
练习题	112	6.4 集成系统中的应用程序	175
第5章 面向对象的数据库管理 系统	113	6.4.1 数据的产生和输入	175
5.1 面向对象的方法	113	6.4.2 商业应用数据	175
5.1.1 面向对象语言	113	6.4.3 工程应用数据	176
5.1.2 面向对象数据库的发展	114	6.4.4 应用程序设计	177
5.2 抽象数据类型 ADT	115	6.5 土建施工图工程数据库设计实例	178
5.2.1 抽象数据类型的定义	116	6.5.1 土建设计过程及数据分析	178
5.2.2 抽象数据类型的约束	116	6.5.2 系统功能设计	180
5.3 面向对象的基本概念	117	6.5.3 数据库设计	181
5.3.1 对象	117	6.5.4 数据库的分类和组织	183
5.3.2 类和类型	118	6.5.5 数据库的物理文件组织	183
5.3.3 继承性	119	练习题	185
5.3.4 封装、重载和动态联编	126	第7章 产品数据模型与产品 数据交换	186
5.3.5 对象标识	128	7.1 制造领域中的产品数据交换	186
5.3.6 使用标识的对象操作	130	7.2 产品数据交换的实现方法	187
5.3.7 面向对象数据库中的持久性	133	7.2.1 直接转换方法	187
5.4 面向对象数据库管理系统 的实现技术	134	7.2.2 使用产品数据交换标准	188
5.4.1 面向对象的数据模型	134	7.3 产品数据交换标准的发展	190
5.4.2 对象数据库语言	135	7.4 初始图形数据交换标准 IGES	191
5.4.3 模式演变	140	7.4.1 IGES 标准的发展	191
5.4.4 事务管理和并发控制	141	7.4.2 IGES 数据文件格式	191
5.4.5 授权和恢复	145	7.5 产品数据交换的国际标准 STEP	192
		7.5.1 STEP 的技术原理和组成结构	192

7.5.2 STEP 的产品模型形式化描述语言 EXPRESS	194	8.2.2 多媒体信息内容的按址访问 和浏览	212
7.5.3 STEP 的实现方式	198	8.2.3 查询定义和人机界面	213
7.5.4 STEP 中性文件	200	8.2.4 信息显示和人工现实	213
7.6 基于 STEP 的产品数据集成 管理系统	203	8.3 开发方法	214
7.7 一个支持 STEP 的工具 软件 ROSE	204	8.3.1 多媒体文档管理系统	214
7.7.1 ROSE 系统介绍	204	8.3.2 多媒体数据库管理系统	214
7.7.2 ROSE 的使用	205	8.3.3 多媒体信息检索系统	216
7.7.3 ROSE 工具简介	206	8.3.4 创立和超媒体系统	216
练习题	208	8.4 多媒体数据库管理系统的开发	217
第 8 章 多媒体应用中的数据库 管理	209	8.4.1 DBMS 技术在多媒体系统中的 重要作用	217
8.1 什么是多媒体	209	8.4.2 多媒体数据库管理系统 的实现技术	218
8.2 多媒体信息管理系统的需求	209	练习题	223
8.2.1 多媒体数据的存储和检索	209	附录 ODBC 的例程	224
		参考文献	226

第 1 章 工程数据库的重要性

本章概括地介绍数据管理及数据库的发展过程,以及现代工程对数据管理的要求和实现计算机集成的方法。

1.1 数据库发展的历史及现状

1.1.1 数据库的发展及应用

数据库系统是计算机系统的重要组成部分。数据库是借助于计算机保存和管理大量复杂的数据和信息的软件工具。数据库技术研究的主要是如何科学地组织和存储数据,如何高效地获取数据、更新数据和加工处理数据,并保证数据的安全性、可靠性和持久性。

数据是反映客观世界的事实,可以区别其特征的符号,如字符、数字、文本、声音、图形、图表、图象等。它们是现实世界客观存在的。这些符号都可以输入到计算机中,由计算机进行存储和管理。

信息是由原始数据经过提炼、加工而得到的,用以决定行动、计划和决策的有价值的数
据,或称赋予一定语义的数据。数据和信息之间的关系如同原料和成品之间的关系一样,数据是原料,信息则是成品。同一组数据,对某个人是信息,对另外的人就是数据,如同某个部门的成品是另外部门的原料一样。

所谓数据管理是指如何用计算机管理数据。自从人类发明使用计算机处理数据以来,就有如何管理数据问题。在 50 年的计算机发展过程中,数据管理可划分为手工管理、文件管理和数据库系统管理三个阶段。

1. 手工管理阶段

由于早期的计算机主要用于科学计算,数据处理的方式都是批处理。计算时成批输入数据,计算完后成批输出,数据由计算人员自己手工保存。通常是一组数据对应一个程序,不同程序之间没有数据共享。

2. 文件管理阶段

随着计算机的应用由科学计算扩展到其他应用领域,以及操作系统中文件系统的发展。数据管理进入文件管理阶段。使用文件系统管理数据有以下特点:

(1) 一个应用程序通常对应一组文件,不同的应用程序有不同的文件,不同应用程序之间交换数据要通过软件进行转换,数据冗余量大。

(2) 大量的应用数据可长期保留在文件中,对文件可经常进行插入、删除、修改和查询。通常以记录单位进行操作。

(3) 由于文件的逻辑结构和物理结构由操作系统管理,并提供有对文件数据的存取接口,使应用程序与数据文件有一定的独立性。但是,由于文件是面向特定应用程序的,当文件的结构改变时,应用程序也必须作相应的改变,反之,应用程序中数据结构的改变,也必须改

变文件，使数据和程序缺乏独立性。

图 1-1 说明应用程序和数据文件之间的关系。其中图 1-1a 是指应用程序与数据文件成 1:n 的关系，即一个应用程序对应一组文件，不同程序间交换数据要进行转换。

图 1-1b 是指当不同的应用程序使用相同的数据时，可使用共享文件存储，这就避免了文件数据的转换工作。但是，这种情况通常限于同一个应用程序开发组之间协调产生共享文件结构。对不同单位开发的不同应用系统间的数据交换仍是不可避免的。

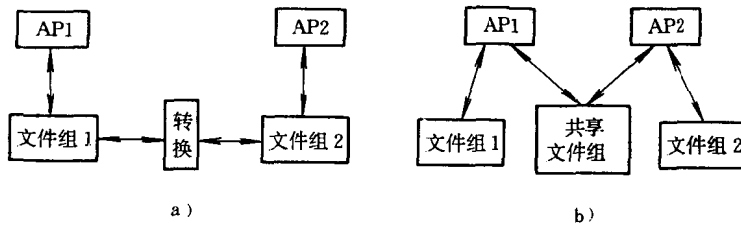


图 1-1 应用程序与文件管理

3. 数据库系统管理阶段

随着计算机的应用越来越广泛，数据量的急剧增大，因而对提高数据共享和减少数据冗余的要求越来越高。而且提出多用户同时共享相同数据的问题，随之出现了用数据库管理系统 DBMS (Data Base Management System) 进行数据管理的阶段。使用数据库技术进行数据管理的主要特点是：

(1) 数据库具有面向多种应用的复杂的数据组织和结构。由于一个企业、一个部门有多种应用程序，为了使数据库中存储的数据能满足多种应用的要求，它不仅要存储原始数据，还要存储数据对象之间的关系，使所有应用程序的数据组织化、结构化，以减少数据的冗余，节省存储空间。

(2) 具有高度的数据独立性 数据库系统中，由于数据的存储结构和数据的逻辑结构之间是相互独立的。它们之间的映象关系是靠数据库管理系统提供的接口实现的。而应用程序直接与数据的逻辑结构相关，所以，改变数据库中数据的存储结构时，只要不改变数据的逻辑结构，就可不改变应用程序。这种全局逻辑数据独立于数据的物理存储结构的特性称为数据的物理独立性。

数据的逻辑独立性，是指数据的全局逻辑结构与局部逻辑结构之间的相互独立性。数据的全局逻辑结构指数据库模式，局部逻辑结构指应用子模式。当整个系统的逻辑结构改变时，可以改变模式与每个应用子模式之间的映射关系，而与某个具体应用相关的子模式可以不改变。从而该应用程序也不用改变。这种应用数据独立于全局逻辑结构的特性称为数据的逻辑独立性。

图 1-2 说明应用程序、数据的逻辑结构和数据的存储结构三者之间的两级映射关系。

数据的高度独立性，使数据的定义、存储和管理都交给 DBMS 去完成，应用程序不必关心数据的存储细节，从而简化了应用程序的编制和维护。

(3) 实现数据的高度共享并保证数据的完整性和安全性 使用数据库可以实现数据资源的共享。可使多个用户同时并发地存取同一个数据库或数据库中相同的数据项或相同的数据记录。为此，DBMS 要提供三种控制机制：多用户并发 (Concurrency) 控制机制；数据完整

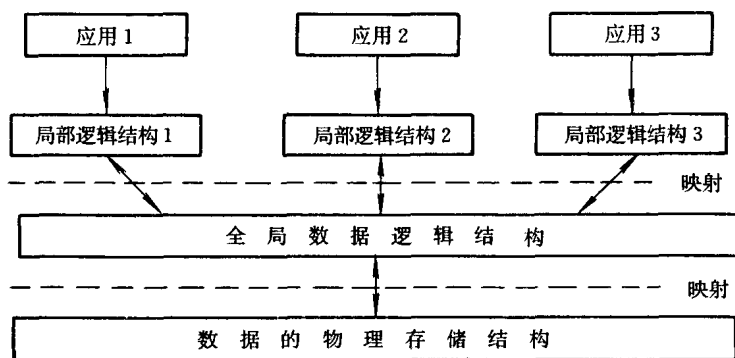


图 1-2 应用程序和数据的逻辑结构、存储结构之间的映射关系

性 (Integrity) 管理和数据的安全性 (Security) 保证机制。

数据的安全保密功能,是由 DBMS 控制对数据库的存取权限,禁止未授权使用数据库的用户非法访问、改变和操纵数据。

数据的完整性,是指 DBMS 保证数据库中只包含正确的一致性的数据。由 DBMS 提供对数据完整性约束的检查,禁止与完整性约束不符合的数据存入数据库中;并对操作的数据进行封锁控制,防止并发操作破坏数据的完整性。

数据库技术始于 60 年代。随着计算机的主要应用领域由科学计算逐步转向事务处理,推动了数据库技术的发展。70 年代是数据库技术迅速发展的时期。自从 70 年代 E. F. Codd 发表了“大型共享数据库数据的关系模型”论文,提出了关系数据库理论和模型,奠定了关系数据库模型的理论基础,使数据库技术成为计算机科学的一个重要分支。几十年来,数据库技术的发展经历了由层次数据库系统、网络数据库系统到关系数据库系统,现在又面临着第三代新型的面向对象的数据库系统的发展。

第一代数据库系统是指 70 年代广为流行的层次和网状数据库系统。层次数据库系统的代表产品是 IBM 在 1969 年研制出的 IMS (Information Management System)。网状数据库系统是以美国的 CODASYL (Conference On Data Systme Language) DBTG (Data Base Task Group) 报告为基础建立的。它们的主要特点是在数据记录汇集 (Collection) 上,提供数据定义语言 DDL (Data Description Language) 和数据操纵语言 DML (Data Manipulation Language),通过对数据记录的定义、查询和修改,实现 DBMS 的重要功能。

第二代数据库系统是关系数据库系统。始于 E. F. Codd 的关系理论。自 80 年代以来,关系数据库系统基本已取代了第一代数据库系统。80 年代是关系数据库发展的鼎盛时期,并且至今久盛不衰。关系数据库具有代表性的系统是 IBM 的 DB2, Ingres 公司的 Ingres, ORACLE 公司的 Oracle, 以及 DEC 公司的 Rdb/VMS 等。关系数据库系统的最大优点是使用了非过程化的数据操纵语言,它具有很好的形式基础和高度数据独立性。

通常人们把第一代和第二代数据库系统称为传统数据库系统。即层次,网状和关系数据库系统。传统数据库系统主要应用于商业事务管理,如商业、银行的事务处理、办公室自动化管理、人事档案管理、飞机订票管理、仓库管理、工资帐单管理等。传统的数据库管理系统,特别是关系数据库系统,在这些领域中得到了广泛的应用,而且至今仍在不断地扩大其应用领域和范围。

然而,自 80 年代以来,从不同的计算机应用领域对数据库提出了许多非传统的应用课题。例如 CAD/CAM 等,这些新的应用领域要求 DBMS 能够存储和管理诸如多媒体数据、空间数据、时态数据、复杂对象、图形图象、知识、超文本等。由于传统的 DBMS 不能满足这些新领域的要求,人们开始研究第三代数据库系统。

1.1.2 工程/科学领域数据处理的发展

计算机广泛用于工程设计领域始于 60 年代,在 30 多年的时间里,计算机用于 CAD/CAM 可分为四个阶段。在不同的阶段,工程设计人员使用计算机进行辅助设计的工具和方法有很大的差别。

1. 全部手工编程阶段

60 年代初,一些大公司中,安装了当时最先进的、非常昂贵的、庞大的计算机硬件和软件,数据通过打孔纸带送入计算机中,工程人员使用 FORTRAN 和 ALGOL 语言编写每个应用程序,数据和计算结果存入磁带、磁鼓及后来的磁盘中。

2. 大型专业应用程序包辅助设计

随着计算机硬件和软件的发展,特别是操作系统的发展,人们开始编制适用于各种工程设计领域的大型专业用户程序包,如有限元计算程序包,计算机绘图程序包等。这意味着进行应用程序开发的工程技术人员,不必再花时间编写通用的底层程序,主要集中精力设计如何综合使用各种软件包,以实现复杂的计算方法,以及各种复杂的工程设计任务。

3. 图形交互技术的广泛应用

计算机辅助设计在工业界的应用,引起了工程及工业自动化的新技术革命。这又促使计算机硬件技术的飞速发展,特别是计算机性能的巨大提高,包括处理速度、内外存容量等,以及输入、输出设备的发展,包括高精度图形终端、鼠标器、绘图机、激光打印机等,以及通讯和网络技术的研究。所有这些发展都提供了更有效、更快捷、更方便的数据处理和数据传送。

硬件的发展,使得计算机在工程中的应用由中央批处理方式变到交互图形处理方式,以及分布式处理和并行处理方式。从而使得计算机的辅助应用不但遍及多个应用领域,如 CAE、CAD/CAM 和 CAPP 等,而且这些 CAX 的应用又仅仅是整个信息处理网络中的组成部分。

自 80 年代以来,所有的计算机应用软件,都提供有交互图形对话方式。在原有图形标准如 CGI、PHIGS、GKS 的基础上,许多软件公司提供了商品化的用户图形交互界面管理系统 UIMS (User Interface Management System),如 MS_Windows、X_Window、Open Look、Motify 等。程序员使用这些图形工具可方便地写出直观、灵活和复杂的交互图形界面,以减少重复的底层图形程序的开发。

4. 计算机集成制造系统

随着世界性的科学技术的进步,每天都产生许多新的信息和知识。这包括技术的、科学的、商业的以及地理的和航空的等等,构成一个强大的信息海洋,以致每隔几年信息量就会翻一翻。这些大量的信息只能使用现代化的计算机和通讯技术进行管理。

CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 是作为把产品信息(包括技术信息和管理信息)集成存储与管理而提出的。CIMS 是在自动化技术、网络技术及制造技术的基础上,通过计算机及其软件,把一个公司、一个单位、一个工厂的所有的经营活动信息:计划、设计、生产、销售、维护、成本核算、以及财务、人事等所有数据,有机地集成起来,建立

综合的计算机辅助信息处理流程，以适应多品种、小批量生产的总体高效益、高柔性的智能制造系统。图 1-3 说明 CIMS 的管理框架。

在工程与科学领域，数据量的增加非常迅速，以致不可能用人工来处理。例如，在一个产品的生命周期中，从构思、设计、生产、销售、维护、消亡，每一步都依赖于大量的数据，同时又都产生大量的新数据。这些数据的产生、处理、传递、存储变得越来越复杂、昂贵。而同时又要求产品的开发进度快、生产周期要越来越短，产品的质量要不断提高，品种要不断增加。图 1-4 说明在汽车制造中信息流的情况。

由图中可以看到，从一个想法、一个主意到投入生产，其信息量无论从数量或质量都是持续增加的。每个信息流都是影响一个产品质量和特征的重要因素。因而，要求这些信息流必须是可信的、无延迟的、并随时可反馈的。

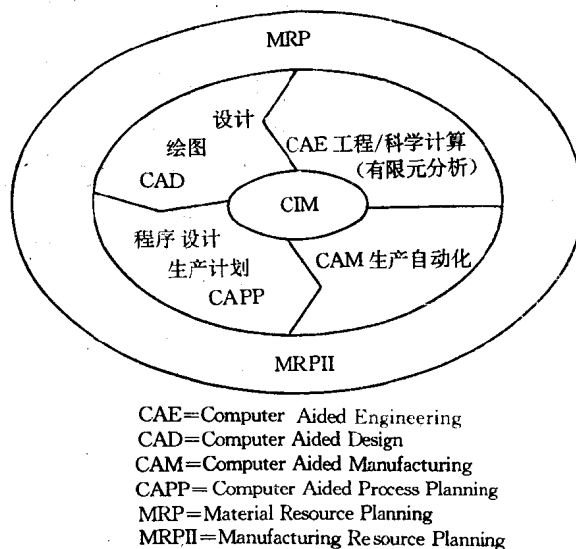


图 1-3 $CIM = (CAD + CAE + CAM + CAPP) * MRP II$

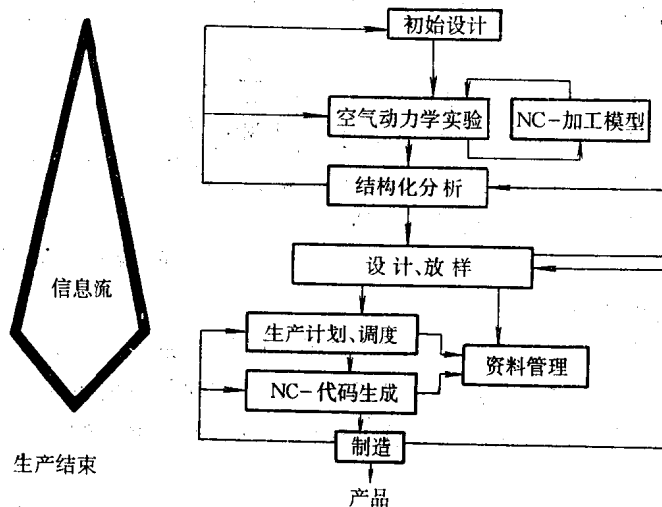


图 1-4 在汽车制造中的信息流

1.2 计算机集成化

1.2.1 在 CAX 中对 CIM 的要求

在工业领域，特别是在 CAD/CAM 领域，已经建立了许多使用计算机进行辅助工作、提高生产效率的方法。例如，使用 2D-CAD 绘制工程图，用 3D-CAD 软件进行造型设计，用有

限元分析程序进行结构计算和分析、NC 生成程序等。在工厂中,也创建了许多生产自动控制的办法,如生产控制器、过程控制计算机、机器人和它们的坐标控制器等。

在一个产品的生命周期中,要使用各种不同的计算机辅助工具(CAX)产生大量的数据,这些数据要随着生产过程由一个CAX流向另一个CAX。但是,到目前为止,这些不同的CAX系统之间多数都是单个的局部的系统,都是采用孤立地解决问题的方法,几乎没有两个不同的CAX应用系统之间可以直接地交换数据。每个应用程序都是孤立地、封闭地存储和管理自己的数据,而且大部分都采用文件系统或专用的数据库管理系统。图1-5说明这种孤立的CAX系统的状态。

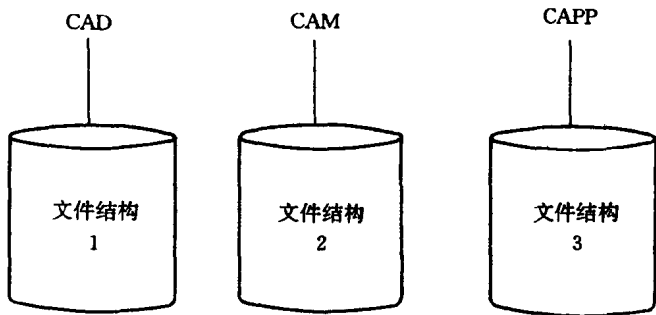


图 1-5 当前 CAX 系统的状态

在这些单个的应用工具中,它们不仅有自己特殊的文件结构,而且有自己的用户界面,既不能直接交换数据,也不能集成到一起。CAD/CAM已广泛使用交互技术,但CAE仍处于批处理状态,只能依靠前处理器与后处理器实现每个工具软件之间的数据转换,非常不适应当前现代大生产的发展。

CIMS的目标是要在这些孤岛式的CAX上架桥,把各种不同的CAX连接起来进行统一的集成化的管理,这就是CIM。它要包括几何信息的CIM和技术管理的CIM。图1-6说明用CIM集成CAX的方法。

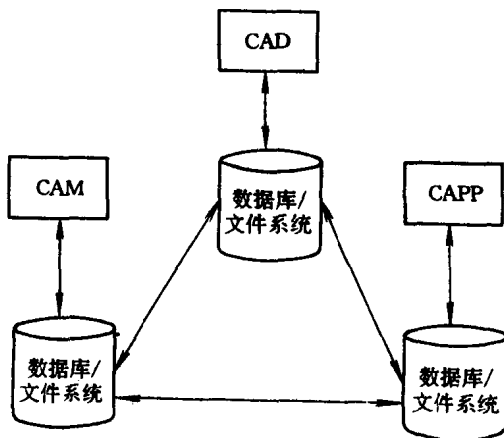


图 1-6 架桥实现 CAX 的集成

1.2.2 计算机集成化的方法

CIM就是要在不同的工程应用CAX之上架桥,以便能够统一地处理一个产品的完整的计算机化的信息流。CIM要根据信息模块的性质架桥,实现信息的可移植性。信息可移植性的最基本要求是:软件的可移植性、在介质上存储的数据的可移植性及信息处理设备的可移植性。

软件的可移植性是指程序、数据和用户界面的可移植性。用户界面的可移植性是指在使用不同的应用程序时,使用相同风格的用户界面。在早期的应用程序中,数据结构经常隐含在程序内部。随着复杂应用系统的开发,面向数据的概念越来越广泛应用。这包括数据字典、数据管理等,它们都包括在每个大工程的信息分析过程中。

目前,在工程领域中,数据的可移植性仍是最困难的问题。在CAE、CAD和CAM之间实现数据交换是非常复杂的,因为不同的应用系统都有自己不同的数据模型和结构。就拓扑的和几何的表示来看就有很多种,如B'ezier、Coons、B-Spline、Nurbs等等。人们不难想象,要定义一个圆会有多少种不同的方法。

要解决不同应用程序模块之间的集成，关键的问题是解决数据的交换和共享。在 CAD/CAM 的发展过程中，集成化分为三级，如表 1-1 所示。

1. 点到点的集成方式

图 1-7 说明点到点的集成方式。由图中可以看到，在每两个不同的应用程序模块之间建立一对相互转换器，即前处理器和后处理器。这是由于在进行集成之前，许多孤岛式的 CAD/CAM 应用程序模块早已开发了许多成熟的产品，要充分有效地利用这些已有的应用系统，只有开发前处理器和后处理器。这种点到点的集成方式，有两点不足：一是要开发大量的转换器，有 N 个应用程序模块，就要 $N * (N-1)$ 个转换接口。二是由于每个转换接口，强烈地依赖于每个应用程序模块的实现结构，每当某个应用程序模块修改或扩充时，有关的转换器也必须要做相应的修改。

表 1-1 集成方式

集成级别	前处理器和后处理器数目
1. 点到点集成	$N * (N-1)$
2. BUS 总线集成	$2 * N$
3. 统一的模型结构	0

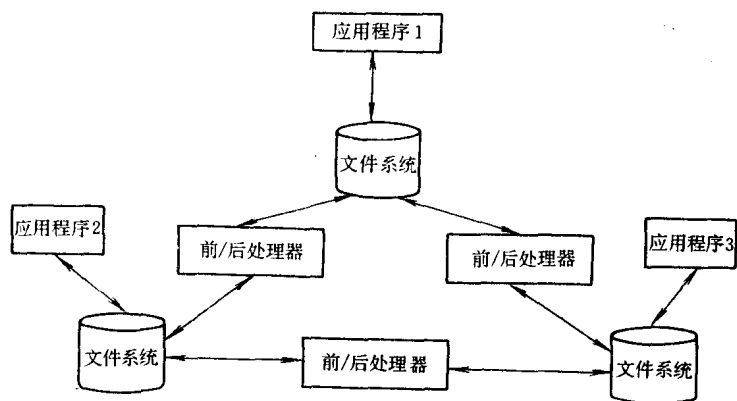


图 1-7 点到点的集成

2. BUS 总线集成方式

图 1-8 说明 BUS 总线集成方式，即采用数据交换标准进行集成。由图中可看到，这种集成方式有两个优点：一是减少了前处理器和后处理器的开发数目， N 个不同的应用程序只需 $2 \times N$ 个相互转换界面。二是中性文件结构可以采用国际数据交换标准格式，如 IGES、DXF、SET、STEP、EDIF 等（详见第 7 章）。采用这种方式会明显地提高信息的完整性和有效性。

3. 用统一的模型结构集成

最好的集成方式是所有的 CAX 应用程序模块都采用统一的模型结构，这些系统之间彼此都能相互理解对方的数据结构，从而消除前处理器和后处理器的开发工作。这种统一的模型可以建立在中性文件的基础上或数据库管理系统基础上。图 1-9 给出这种集成方式，所有的应用程序模块都使用公共的界面，使用统一的产品数据描述模型。

由于在考虑进行计算机集成化之前，许多 CAX 应用程序模块已开发成熟，不可能把所有的这些程序再进行重写，因此，目前的 CAD/CAM 领域，大多数集成方式还停留在第一级点到点的集成上。许多大的企业正在联合起来制定国际数据交换标准，以期实现第二级集成方式。但是对于新开发研制的系统，应当考虑以公共的数据库为核心的集成系统。

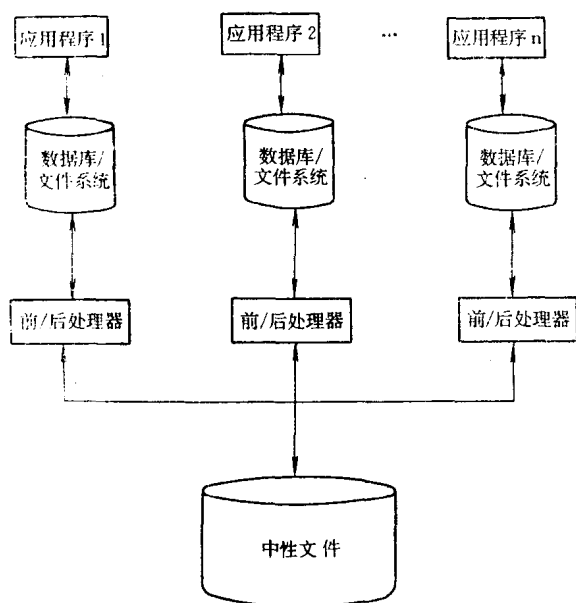


图 1-8 采用数据交换标准格式集成

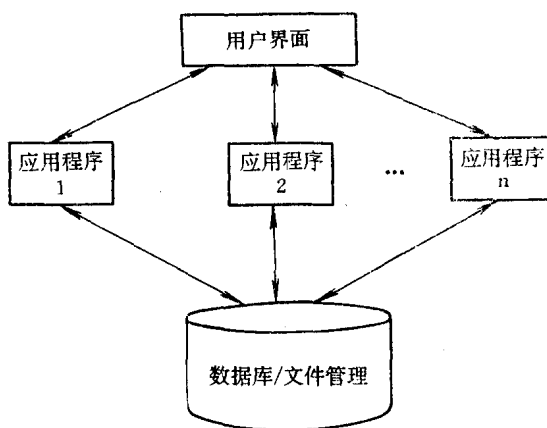


图 1-9 用统一的模型结构集成

1.2.3 建立以数据库为核心的集成系统

通过开发前处理器和后处理器，在不同的 CAX 系统之间架桥，只是解决现有系统之间的信息交换。使用统一的产品数据描述模型，如果仍建立在中性文件基础上，文件管理系统就会造成数据的大量冗余。而且随着科学技术的发展，存在许多急待解决的问题：要不断拓宽现有系统的应用；要不断开发新的应用程序；存储和管理的信息量急剧地增加；对数据的存储、提取和管理的集成化要求越来越高；数据复杂的类型和种类不断增加等等。

因此，建立以数据库为核心的计算机集成制造系统是 CIMS 的最终目标。用数据库管理系统对整个企业的数据进行组织、存储和管理，是实现集成化信息管理系统的先决条件。使用数据库管理系统主要有三个优点：一是数据的组织、存储和管理与应用程序严格分开。二是便于扩展现有应用系统和开发新的应用系统。三是通过标准界面，一个应用程序的数据可由其他应用程序共享。

在当今的信息时代，信息是一个企业的重要资源，集成信息处理的主要决策目标是：提高生产效率，缩短生产周期，提高产品质量，增加企业利润。然而，实现一个企业的集成化信息管理是一项非常复杂的工作，涉及到多种复杂的概念。一个企业的信息通常包括预测、计划、设计、生产、管理、市场、销售、人、财、物以及环境等诸多方面。通常采用由顶向下的分析，和由底向上的实现过程。

实现 CIMS 必须要做好如下几件事：

(1) 需求分析 分析清楚 CIM 的操作顺序，谁需要什么，什么时候需要和需要什么样内容和形式的数据。

(2) 综合设计 要综合全面地分析已有的硬件和软件，把已有的、预期的开发项目与未

来的应用前景综合考虑,包括工作站、用户界面、分布式数据库系统等等。

(3) 使用符合国际标准的产品数据描述模型,以期在未来的国际市场上进行信息交流。

练 习 题

1. 计算机集成制造系统 CIMS 的含义是什么?
2. CAX 指哪些方面,各是什么含义?
3. CAX 集成的三个级别的含义是什么?各有什么优缺点?